

5

## Verfahren zum Herstellen eines Wicklungsträgers für eine elektrische Maschine

10

### Stand der Technik

15

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Herstellung eines Wicklungsträgers für eine elektrische Maschine nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Ein derartiger Wicklungsträger hat mehrere Polzähne. Benachbarte Polzähne begrenzen zwischen sich wenigstens eine Nut, in die mindestens jeweils eine Wicklung eingelegt wird. Die Polzähne haben bereits vor dem Befüllen der Nuten mit der Wicklung die spätere Einbaustellung für den Einbau in die elektrische Maschine zueinander. Die Wicklung wird auch in dieser Einbaustellung eingelegt. Dadurch ist auch schon festgelegt, welchen Kupferfüllfaktor der Wicklungsträger bzw. die elektrische Maschine maximal haben kann. Der Kupferfüllfaktor ist auch ein Indiz für die Motorleistung.

20

### Vorteile der Erfindung

25

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Herstellen eines Wicklungsträgers für eine elektrische Maschine mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 hat den Vorteil, dass gegenüber einem Wicklungsträger vergleichbarer Baugröße durch einen höheren Kupferfüllfaktor eine höhere Leistung erzielt werden kann. Hierzu ist ein Verfahren zur Herstellung eines Wicklungsträgers für eine elektrische Maschine vorgesehen, der mehrere Polzähne hat, wobei benachbarte Polzähne zwischen sich wenigstens eine Nut begrenzen, die mit mindestens jeweils einer Wicklung befüllt wird, wobei die Polzähne eine Einbaustellung für den Einbau in die elektrische Maschine zueinander haben, wobei wenigstens einer der Polzähne, die eine Nut begrenzen, vor dem Befüllen mit der Wicklung durch eine Krafteinwirkung in eine

30

35

Befüllstellung gebogen wird, so dass die Querschnittsfläche der wenigstens einen Nut, die er begrenzt, vergrößert wird, wobei dann die Nut mit der Wicklung befüllt wird und danach der wenigstens eine der benachbarten Polzähne aus der Befüllstellung in die Einbaustellung gebracht wird.

5

Vorzugsweise greift die Krafteinwirkung direkt an den Polzähnen an. Dadurch ist eine feinere Beeinflussung des Vorgangs möglich.

10

Es ist vorteilhaft, wenn alle Polzähne sukzessive in die Befüllstellung gebogen und nach dem Einlegen der jeweiligen Wicklung in die Einbaustellung gebracht werden, da somit alle Nuten einen höheren Kupferfüllfaktor haben.

15

In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung wird der wenigstens eine Polzahn, der gebogen wird, im elastischen Bereich gebogen und kehrt nach dem Einlegen der Wicklung durch Wegnehmen der Krafteinwirkung durch seine Eigenelastizität in die Einbaustellung zurück. Dadurch ist das Verfahren relativ leicht umsetzbar, da kein Aufwand für maßgenaues Ausrichten der Polzähne erforderlich ist.

20

In einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der Erfindung wird der wenigstens eine Polzahn, der aufgebogen wird, im plastischen Bereich gebogen und nach dem Einlegen der Wicklung durch ein Umkehren der Krafteinwirkung durch plastisches Verformen in die Einbaustellung zurückgebracht. Dadurch können noch höhere Kupferfüllfaktoren erreicht werden.

25

Es ist vorteilhaft, wenn direkt benachbarte Polzähne in eine Befüllstellung aufgebogen werden, indem der Abstand zwischen ihnen vergrößert wird, da dadurch eine symmetrische Krafteinwirkung möglich ist und vor Allem eine höhere Befüllung der Nut.

30

Wenn Polzähne, zwischen denen ein weiterer Polzahn angeordnet ist, aufgebogen werden, indem der Abstand zwischen ihnen vergrößert wird, können entweder zwei benachbarte Nuten gleichzeitig mit Wicklungen versehen oder an dem dazwischen liegenden Polzahn kann eine Einzelzahnwicklung angebracht werden.

Die beste Befüllung mit einer Wicklung lässt sich erreichen, wenn die Polzähne von jeweils zwei paarweise zumindest diese Wicklung aufnehmenden Nuten aufgebogen werden, dann die Wicklung eingelegt wird, dass anschließend im Uhrzeigersinn oder Gegenuhrzeigersinn die Polzähne jeweils direkt oder indirekt folgender paarweise zumindest eine Wicklung aufnehmender Nuten aufgebogen werden, bis der Wicklungsträger vollständig mit Wicklungen versehen ist.

Besonders sinnvoll ist das Verfahren einsetzbar, wenn die Polzähne jeweils einen Zahnhals und einen Zahnkopf umfassen, wobei die Zahnköpfe quer zu den Zahnhälsen abstehende Abschnitte aufweisen, die Hinterschnitte von hinterschnittenen Nuten zur Aufnahme von Wicklungen begrenzen und Nutzschlitze bilden, wobei zum Einlegen der Wicklungen im Wesentlichen zumindest die Breite des Nutzschlitzes vergrößert wird. Durch den Hinterschnitt lassen sich besonders viele Windungen der Wicklung einlegen.

Ein Wicklungsträger, der nach einem derartigen Verfahren hergestellt wird, weist einen besonders hohen Kupferfüllfaktor auf.

Wenn an einem derartigen Wicklungsträger zumindest der Übergang vom zwischen zwei Polzähnen liegenden Nutgrund zu den Polzähnen scharfkantig ausgebildet ist, so ergibt sich ein niedrigeres Widerstandsmoment der Polzähne. Dadurch wird die für das Biegen notwendige Kraft reduziert. Bei Wicklungsträgern, bei denen die Polzähne jeweils einen Zahnhals und einen Zahnkopf umfassen, wobei die Zahnköpfe quer zu den Zahnhälsen abstehende Abschnitte aufweisen, die Hinterschnitte von hinterschnittenen Nuten bilden, wobei die Übergänge von den Polzähnen zu den Hinterschnitten scharfkantig ausgebildet sind, wird dieser Effekt weiter verstärkt. Zusätzlich haben diese Maßnahmen den Vorteil, dass durch eine bleibende Vergrößerung der Nutquerschnittsfläche ein größeres Volumen für Wicklungen geschaffen wird.

In einer bevorzugten Weiterbildung ist ein derartiger Wicklungsträger ein Anker eines Innenläufers oder der Stator eines Außenläufers, bei dem die Polzähne radial nach außen gerichtet sind, da sich hier die Polzähne leicht aufbiegen lassen.

Eine elektrische Maschine mit einem derartigen Wicklungsträger hat gegenüber einer elektrischen Maschine vergleichbarer Baugröße aufgrund des höheren Kupferfüllfaktors eine höhere Leistung.

5 Mit einer Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens, die wenigstens eine Einrichtung zum Biegen wenigstens eines Polzahnes aufweist, lässt sich das Verfahren leicht durchführen.

10 Eine zusätzliche Verbesserung der Vorrichtung wird erreicht, wenn die Vorrichtung wenigstens eine Einrichtung zum Biegen zweier benachbarter Polzähne aufweist. Somit kann eine Nut noch weiter aufgebogen werden.

15 Eine weitere Verbesserung dieser Vorrichtung wird erreicht, wenn die Vorrichtung mindestens eine Einrichtung aufweist, die zwei Polzähne zweier Nuten, in die eine Wicklung eingelegt wird, biegt. Dadurch lassen sich insbesondere Nuten, die paarweise eine Wicklung aufnehmen, leicht aufbiegen.

20 Weitere Vorteile und vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen und der Beschreibung.

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

25 Figur 1 eine elektrische Maschine im Querschnitt,  
Figur 2 einen Anker nach Figur 1  
Figur 3 den Anker nach Figur 1 mit symbolisch dargestellten Wicklungen und  
Figur 4 den Anker nach Figur 1 auf einer stark vereinfacht dargestellten  
Vorrichtung  
30 zum Durchführen des Verfahrens.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

35 In der Figur 1 ist eine rotierende elektrische Maschine 10 vereinfacht in einem Querschnitt dargestellt. Die elektrische Maschine 10 kann ein Elektromotor sein, der

in einem Kraftfahrzeug beispielsweise in einem Sitzversteller, Fensterheber, Wischerantrieb etc. verwendet wird. Es kann sich jedoch auch um einen Generator handeln.

5 Im Gehäuse 12 ist ein Anker 14 angeordnet, der auf einer Welle 16 angeordnet ist. Der Anker 14 mit oder ohne Welle 16 stellt somit einen Wicklungsträger für eine elektrische Maschine 10 dar. Hergestellt ist der Anker 14 als Lammellenpaket aus Blech oder aus sogenanntem SMC-Material (Soft Magnetic Composite). Bei einem Lamellenpaket aus Blech beträgt die Dicke eines Einzelblechs (entspricht  
10 Bezugszeichen 14) 0,5mm, was eine Abweichungen im Zehntelmillimeterbereich einschließen kann.

Der Anker 14 weist mehrere Wicklungen 18 auf. Wegen der besseren Übersichtlichkeit ist in der Figur 1 nur eine Wicklung 18 schematisch dargestellt. Von  
15 einem kreisrunden Abschnitt 19 des Ankers 14 stehen mehrere Polzähne 20 radial nach außen ab, die Nuten 21 zur Aufnahme der Wicklungen 18 begrenzen bzw. bilden. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel handelt es sich im Einzelnen um acht Polzähne 201, 202., 203, 204, 205, 206, 207, 208. Korrespondierend hierzu gibt es auch acht Nuten 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218. Natürlich sind auch andere  
20 Zahlen möglich. Die Polzähne 20 umfassen jeweils einen Zahnhals 22, der vom Abschnitt 19 ausgeht, und einen Zahnkopf 24, der sich an den Zahnhals 22 anschließt. Zwischen den Zahnhälsen 22 ist jeweils am Außenumfang des Abschnitts 19 der Nutgrund 25 einer Nut 21 ausgebildet.

25 Der Übergang vom Nutgrund 25 zu den Zahnhälsen 22 bzw. Polzähnen 20 ist im Wesentlichen scharfkantig ausgebildet, d.h. er ist nicht wie üblich verrundet. Im Idealfall ist der Übergang vollkommen scharfkantig. Jedoch ist auch ein Übergangsradius von unter 1mm noch akzeptabel, wobei ein Übergangsradius von unter 0,5mm zu bevorzugen ist. Vorzugsweise ist der Übergang zwar scharfkantig. Ein  
30 Radius, der kleiner ist als die Dicke eines Einzelblech (auch Bezugszeichen 14) des Ankers 14, führt jedoch auch schon zu guten Ergebnissen beim Biegen. Die Dicke liegt typischerweise bei beispielsweise bei ca. 0,5mm, kann jedoch ein paar Zehntelmillimeter mehr oder weniger betragen.

Die Nut 211 nimmt mit der Nut 214 paarweise eine gemeinsame Wicklung 18 auf. Dies tun jeweils auch die Nuten 212 mit 215, 213 mit 216, 214 mit 217, 215 mit 218, 216 mit 211, 217 mit 212 und schließlich 218 mit 213. Ausführlicher wird dies bei der Figur 3 erläutert werden.

5

Die Zahnhälse 22 sind vorzugsweise gleichmäßig am Umfang des Ankers 14 verteilt und stehen gerade ab, d.h. sie haben keinen gekrümmten Verlauf. Es ist aber auch denkbar, dass sie einen gekrümmten Verlauf haben. Außerdem haben die Zahnhälse 22 eine im wesentlichen gleichbleibende Breite. Alternativ kann die Breite aber auch variieren, d.h. von innen nach außen schmaler aber auch breiter werden.

10

Die Zahnköpfe 24 weisen quer zu den Zahnhälsen 22 abstehende und voneinander weg weisende Abschnitte 28 auf. Die Abschnitte 28 bilden Hinterschnitte 30, die die somit hinterschnittenen Nuten 21 begrenzen. Außerdem begrenzen die Abschnitte Nutschlitz 32, die eine Breite 34 haben.

15

Der Übergang von den Zahnhälsen 22 zu den Hinterschnitten 30 ist im Wesentlichen scharfkantig ausgebildet, d.h. er ist nicht wie üblich verrundet. Im Idealfall ist der Übergang vollkommen scharfkantig. Jedoch ist auch ein Übergangsradius von unter 1mm noch akzeptabel, wobei ein Übergangsradius von unter 0,5mm zu bevorzugen ist. Vorzugsweise ist der Übergang zwar scharfkantig. Ein Radius, der kleiner ist als die Dicke eines Einzelblechs (auch Bezugszeichen 14) des Ankers 14, führt jedoch auch zu guten Ergebnissen beim Biegen. Die Dicke liegt typischerweise bei beispielsweise bei ca. 0,5mm, kann jedoch ein paar Zehntelmillimeter mehr oder weniger betragen.

20

25

Das Verfahren zum Herstellen des Ankers 14 für den Elektromotor 10 wird anhand der Figur 2 näher erläutert.

30

Zunächst sind die Polzähne 20 des Ankers 14 nach der Herstellung des Blechstanzpakets noch in der auch in Figur 1 gezeigten Einbaustellung. In der Einbaustellung kann der Anker 14 in den Elektromotor 10 gefügt werden.

35

Vor dem Befüllen mit der Wicklung 18 allerdings, werden die direkt benachbarten Polzähne 208 und 201 sowie 203 und 204 gespreizt. Damit werden die von den

Polzähnen 208 und 201 sowie 203 und 204 begrenzten Nuten 211 sowie 214 vergrößert. Das Vergrößern der Querschnittsfläche der Nuten 211 und 214 erfolgt beispielsweise mit einem Werkzeug, das in Ausnehmungen am Umfang der Polzähne 20 angreift, wodurch eine mit Pfeilen 36 dargestellte Krafteinwirkung erfolgen kann. Bei der Figur 4 wird dies noch näher erläutert werden. Die dann von den Polzähnen 20 erreichte Stellung wird im Folgenden als Befüllstellung bezeichnet. Nun kann die Wicklung 18 entweder durch Bewickeln selbst oder durch das Einlegen einer vorgefertigten Luftspule erfolgen. Das Einlegen einer Luftspule ist dann vorteilhaft, wenn die Nuten 21 nicht hinterschnitten sind und es sich um Polzähne 20 ohne Zahnkopf 24 handelt. Bevorzugt wird das Verfahren aber bei den dargestellten Polzähnen 20 angewandt, die jeweils einen Zahnhals 22 und einen Zahnkopf 24 mit den quer zum Zahnhals 22 abstehende Abschnitte 28 aufweisen, die die Nutschlitze 32 bilden. Hierbei wird zum Einlegen der Wicklungen 18 im Wesentlichen zumindest die Breite 34 des Nutschlitzes 32 vergrößert.

Da die Querschnittsfläche der Nuten 21 vergrößert ist, kann eine größere Anzahl an Windungen der Wicklungen 18 eingebracht werden. Nachdem die Wicklung 18 eingelegt worden ist, wird die Krafteinwirkung wieder weggenommen. Dadurch nähern sich die Polzähne 201 und 208 sowie 204 und 205 wieder einander an. Durch die Luft zwischen den Windungen der Wicklung 18 kann die Wicklung 18 noch ein wenig zusammengepresst werden, ohne dass die Isolationsschicht der Kupferdrähte zerstört wird.

Nach den ersten Polzahnpaaren 208 und 201 sowie 203 und 204 wird der Anker 14 um  $360^\circ$  geteilt durch die Anzahl der Nuten 21 gedreht, d.h.  $45^\circ$  – sei es im Uhrzeiger- oder Gegenuhrzeiger sinn, gemäß der Figur 2 im Gegenuhrzeigersinn - und es werden die Polzähne 201 und 202 sowie 204 und 205 in die Befüllstellung gebracht. Die dazwischen liegenden Nuten 212 sowie 215 werden mit der Wicklung 18 versehen und wieder in die Einbaustellung gebracht. Im Anschluss daran werden die Polzähne 202 und 203 sowie 205 und 206 gespreizt, die dazwischen liegenden Nuten 213 sowie 216 mit der Wicklung 18 versehen und ebenfalls wieder in die Einbaustellung gebracht. Danach erfolgt noch der gleiche Vorgang mit den Polzähnen 203 und 204 sowie 207 und 208. Es werden also alle Polzähne 20 sukzessive in die Befüllstellung gebogen und nach dem Einlegen der jeweiligen Wicklung 18 in die Einbaustellung gebracht. So geht es noch vier Mal weiter, bis in jeder Nut 21 die linke und rechte

Seite bewickelt ist. Somit ist letztendlich auch der ganze Anker 14 mit Wicklungen 18 versehen. Was die Reihenfolge des Befüllens angeht, sei hier auch nochmals auf die Ausführungen zu Figur 3 verwiesen.

5 Es werden also die Polzähne 20 jeweils zweier eine Wicklung aufnehmender Nuten 21 aufgebogen, dann die Wicklungen 18 eingelegt und anschließend im Uhrzeigersinn oder Gegenuhrzeigersinn die Polzähne 20 jeweils der folgenden paarweise eine Wicklung 18 aufnehmenden Nuten 21 aufgebogen, bis der Anker 14 vollständig mit Wicklungen 18 versehen ist.

10 Die Polzähne 20 gehen nach dem Wegnehmen der Krafteinwirkung wieder in ihre Einbaustellung zurück. Der Grund hierfür ist, dass die Polzähne 20, die jeweils gebogen werden, im elastischen Bereich gebogen werden und nach dem Einlegen der Wicklung 18 durch Wegnehmen der Krafteinwirkung aufgrund ihrer Eigenelastizität  
15 in die Einbaustellung zurückkehren bzw. durch ihre Eigenelastizität in die Einbaustellung zurückgebracht werden.

Alternativ ist es auch möglich, dass die Polzähne 20, die aufgebogen werden, statt im elastischen Bereich im plastischen Bereich gebogen werden - oder mit Anteilen im  
20 elastischen und plastischen Bereich - und nach dem Einlegen der Wicklung 18 durch ein Umkehren der Krafteinwirkung 36 durch plastisches Verformen in die Einbaustellung zurückgebracht werden. Da die Polzähne 20 durch das Aufbiegen im plastischen Bereich weiter gespreizt werden als im elastischen Bereich, wird auch die  
25 Querschnittsfläche der Nuten 21 jeweils größer, wodurch mehr Windungen der Wicklung 18 Platz finden.

Neben den direkt benachbarten Polzähnen 20 können auch Polzähne 20, zwischen denen mindestens ein weiterer Polzahn 20 angeordnet ist, aufgebogen werden, indem der Abstand zwischen ihnen vergrößert wird. Beispielsweise können die Polzähne 201  
30 und 203 aufgebogen werden, wobei der Polzahn 202 zunächst nicht gebogen wird. Gleichzeitig können auch die Polzähne 205 und 207 gebogen werden, wobei der Polzahn 206 ebenfalls zunächst nicht gebogen wird. Im vorliegenden Zusammenhang werden diese Polzähne als indirekt benachbart angesehen. Dann wird eine Wicklung 18 in die Nuten 211 sowie 214 und gleichzeitig eine Wicklung 18 in die Nuten 218  
35 und 215 eingelegt. Danach wird der Anker 14 im Uhrzeiger oder Gegenuhrzeigersinn



um 360° geteilt durch die Anzahl der Nuten 21, d.h. 45° weitergedreht. Allerdings muss der Anker 14 durch das doppelte Bewickeln nur noch drei Mal gedreht werden.

5 Wesentlich ist, dass wenigstens einer der Polzähne 20, die eine Nut 21 begrenzen, vor dem Befüllen der Nut 21 mit der Wicklung 18 durch eine Krafteinwirkung in eine Befüllstellung gebogen wird, so dass die Querschnittsfläche der wenigstens einen Nut 21, die er begrenzt, vergrößert wird, dass dann die Wicklung 18 in die Nut 21 eingelegt wird und dass anschließend der wenigstens eine der benachbarten Polzähne 20 aus der Befüllstellung in die Einbaustellung gebracht werden.

10 Anhand der Figur 3 geht die fertige Anordnung der Wicklungen 18 in den Nuten 21, wie sie bereits aus dem Stand der Technik bekannt ist, nochmals deutlicher hervor.

Um die Polzähne 201 und 203 sowie in den Nuten 211 sowie 214 liegt die Wicklung 181,

15 um die Polzähne 202 und 204 sowie in den Nuten 212 sowie 215 liegt die Wicklung 182,

um die Polzähne 203 und 205 sowie in den Nuten 213 sowie 216 liegt die Wicklung 183,

20 um die Polzähne 204 und 206 sowie in den Nuten 214 sowie 217 liegt die Wicklung 184,

um die Polzähne 205 und 207 sowie in den Nuten 215 sowie 218 liegt die Wicklung 185,

um die Polzähne 206 und 208 sowie in den Nuten 216 sowie 211 liegt die Wicklung 186,

25 um die Polzähne 207 und 201 sowie in den Nuten 217 sowie 212 liegt die Wicklung 187,

um die Polzähne 208 und 202 sowie in den Nuten 218 sowie 213 liegt die Wicklung 188,

30 Hier wurden die Wicklungen 18 sukzessive in der Reihenfolge 181, 182, 183, 184, 185, 186, 186, 188 befüllt. Dabei wurden beide eine Nut 21 begrenzende Polzähne 20 aufgebogen. Der Vorteil hierbei ist, dass die Nut 21 weiter aufgebogen werden kann, was einen höheren Befüllungsgrad erlaubt.

Alternativ können folgende Wicklungen parallel gewickelt werden: 181 mit 185, 182 mit 186, 183 mit 187, 184 mit 188. Hierbei ist der Vorteil, dass zwei Wicklungen 18 gemeinsam befüllt werden können, was die Prozesszeit reduziert.

5            Natürlich ist die beschriebene Reihenfolge nur exemplarisch und muss nicht eingehalten werden. Viele Variationen sind bekannt.

10           In der Figur 4 ist gezeigt, wie die Polzähne 201, 208 und 203, 204 mit zwei Zangen 38, 40 einer nur symbolisch und als Ausbruch bzw. teilweise angedeuteten  
15           Vorrichtung 42 zum Durchführen des beschriebenen Verfahrens aufgebogen werden. Die Vorrichtung 42 sollte wenigstens eine Einrichtung 38, 40 zum Biegen wenigstens eines Polzahnes 20 aufweisen, denn es ist auch möglich, dass beispielsweise nur der Polzahn 201 alleine gebogen wird. Vorzugsweise hat die Vorrichtung 42 aber  
20           wenigstens eine Einrichtung in Form beispielsweise eines Teils, wie eines Hakens, der Zange 38 oder 40 zum Biegen zweier benachbarter Polzähne 201 und 208 der Nut 211. Besser ist es jedoch, wenn die Vorrichtung 42 – wie gezeigt - mindestens eine Einrichtung 38, 40 aufweist, die zwei Polzähne 201 und 208 sowie 203 und 204  
25           zweier Nuten 211 und 214, in die paarweise eine Wicklung 18 eingelegt wird, biegt. Die Zangen 38, 40 können auch die Polzähne 201 und 207 sowie 203 und 204  
30           aufbiegen, wobei die Polzähne 204 und 208 gerade stehen bleiben, so dass in die Nuten 211 und 214 sowie 218 und 215 je eine Wicklung 18 eingelegt werden kann. Natürlich werden die anderen Nuten 21, wie oben beschrieben, dann nacheinander bewickelt. Die Fixierung des Ankers 14 kann beispielsweise über die Welle 16 erfolgen.

25           Die Erfindung ist nicht nur auf Wicklungsträger in Form des Ankers 14 beschränkt. Wie sich unmittelbar aus der Darstellung ergibt, kann es sich statt eines Ankers auch um einen Ständer bzw. Stator eines Außenläufermotors oder Generators handeln. Ferner müssen die Polzähne nicht wie gezeigt radial nach außen zeigen.  
30           Beispielsweise können sie von einem größeren runden Abschnitt 19 nach innen zeigen, wie dies beispielsweise bei Statoren von Generatoren oder elektronisch kommutierten Elektromotoren der Fall ist.

5

## Ansprüche

10

1. Verfahren zur Herstellung eines Wicklungsträgers (14) für eine elektrische Maschine (10), der mehrere Polzähnen (20) hat, wobei benachbarte Polzähne (201, 208) zwischen sich wenigstens eine Nut (211) begrenzen, die mit mindestens jeweils einer Wicklung (18) befüllt wird, wobei die Polzähne (201, 208) vor dem Befüllen eine Einbaustellung für den Einbau in die elektrische Maschine (10) zueinander haben, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens einer der Polzähne (201, 208), die eine Nut (211) begrenzen, vor dem Befüllen der wenigstens einen Nut (211) mit der Wicklung (181) durch eine Krafteinwirkung (36) in eine Befüllstellung gebogen wird, so dass die Querschnittsfläche der wenigstens einen Nut (211), die er begrenzt, vergrößert wird, dass dann die Wicklung (181) in die Nut (211) eingelegt wird und dass anschließend der wenigstens eine der benachbarten Polzähne (201, 208) aus der Befüllstellung in die Einbaustellung gebracht wird.

15

20

25

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Krafteinwirkung (36) direkt an den Polzähnen (20) angreift.

30

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass Polzähne (20) sukzessive in die Befüllstellung gebogen und nach dem Befüllen der Nuten (21) mit Wicklungen (18) in die Einbaustellung gebracht werden.

35

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Polzahn (201), der gebogen wird, im elastischen Bereich gebogen wird und nach dem Einlegen der Wicklung (18) durch Wegnehmen der Krafteinwirkung (36) durch seine Eigenelastizität in die Einbaustellung zurückkehrt.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Polzahn (201), der aufgebogen wird, im plastischen Bereich gebogen wird und nach dem Einlegen der Wicklung (18) durch ein Umkehren der Krafteinwirkung (36) durch plastisches Verformen in die Einbaustellung zurückgebracht wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass direkt benachbarte Polzähne (201, 208) in eine Befüllstellung aufgebogen werden, indem der Abstand (34) zwischen ihnen vergrößert wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Polzähne (201, 203), zwischen denen mindestens ein weiterer Polzahn (202) angeordnet ist, aufgebogen werden, indem der Abstand (34) zwischen ihnen vergrößert wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens die Polzähne (201, 208; 203, 204) von jeweils zwei paarweise zumindest eine Wicklung (181) aufnehmender Nuten (211, 214) aufgebogen werden, dann die Nuten (211, 214) mit der Wicklung (181) befüllt werden, dass die Polzähne (201, 208; 203, 204) in die Einbaustellung zurückgebracht werden und dass im Uhrzeigersinn oder Gegenuhrzeigersinn die Polzähne (201, 202; 204, 205) jeweils folgender paarweise zumindest eine Wicklung (182) aufnehmender Nuten (212, 215) aufgebogen werden, bis der Wicklungsträger (14) vollständig mit Wicklungen (18) versehen ist.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Polzähne (20) jeweils einen Zahnhals (22) und einen Zahnkopf (24) umfassen, wobei die Zahnköpfe (24) quer zu den Zahnhälsen (22) abstehende Abschnitte (28) aufweisen, die Hinterschnitte (30) von hinterschnittenen Nuten (21) zur Aufnahme von Wicklungen (18) begrenzen und Nutschlitze (32) bilden, wobei zum Einlegen der Wicklungen (18) im Wesentlichen zumindest die Breite (34) des Nutschlitzes (32) vergrößert wird.

10. Wicklungsträger (14) hergestellt nach dem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

11. Wicklungsträger (14) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest der Übergang vom zwischen zwei Polzähnen (20) liegenden Nutgrund (25) zu den Polzähnen (20) im Wesentlichen scharfkantig ausgebildet ist.

5

12. Wicklungsträger (14) nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Polzähne (20) jeweils einen Zahnhals (22) und einen Zahnkopf (24) umfassen, wobei die Zahnköpfe (24) quer zu den Zahnhälsen (22) abstehende Abschnitte (28) aufweise, die Hinterschnitte (30) von hinterschnittenen Nuten (21) bilden, wobei die Übergänge von den Zahnhälsen (22) zu den Hinterschnitten (30) im Wesentlichen scharfkantig ausgebildet sind.

10

13. Wicklungsträger (14) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Wicklungsträger (14) ein Anker eines Innenläufers oder ein Stator eines Außenläufers ist und die Polzähne (20) radial nach außen gerichtet sind.

15

14. Elektrische Maschine (10) mit einem Wicklungsträger (14) nach einem der Ansprüche 10 bis 13.

20

15. Vorrichtung (42) zum Durchführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (42) wenigstens eine Einrichtung (38, 40) zum Biegen wenigstens eines Polzahnes (20) aufweist.

25

16. Vorrichtung (42) nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (42) wenigstens eine Einrichtung (38, 40) zum Biegen zweier benachbarter Polzähne (201, 208; 203, 204) aufweist.

30

17. Vorrichtung (42) nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (42) mindestens eine Einrichtung (38, 40) aufweist, die zwei Polzähne (201, 208; 203, 204) zweier Nuten (211, 214), in die eine Wicklung (18) eingelegt wird, biegt.

5

Verfahren zum Herstellen eines Wicklungsträgers für eine elektrische Maschine

10

Zusammenfassung

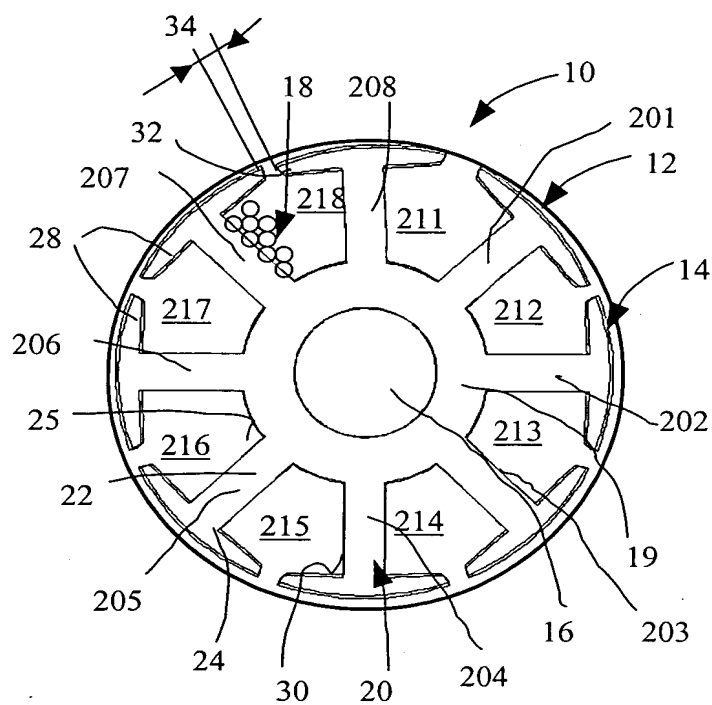
15

20

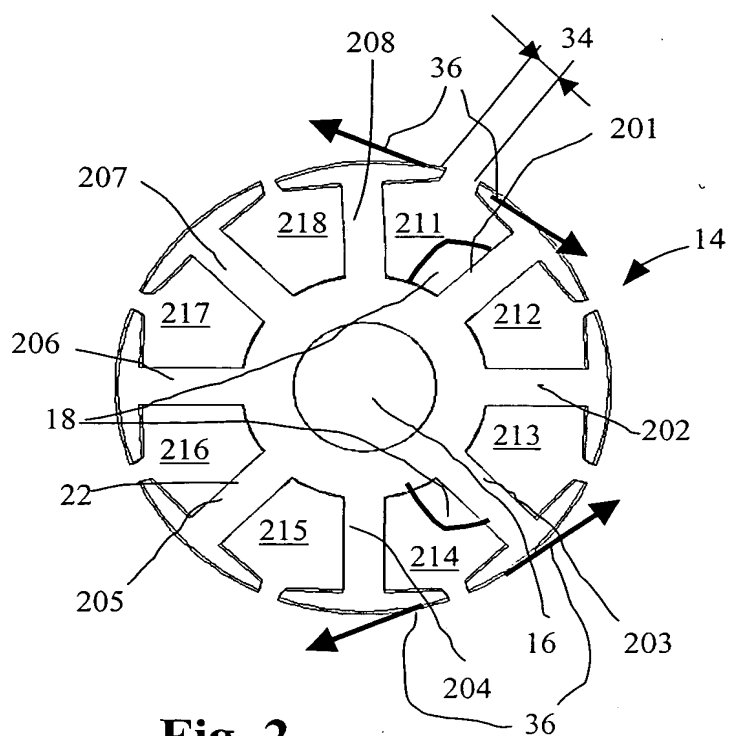
25

Es wird ein Verfahren zur Herstellung eines Wicklungsträgers (14) für eine elektrische Maschine (10) vorgeschlagen, der mehrere Polzähnen (20) hat. Benachbarte Polzähne (201, 208) begrenzen zwischen sich wenigstens eine Nut (211), die mit mindestens jeweils einer Wicklung (18) befüllt wird. Die Polzähne (201, 208) haben vor dem Befüllen eine Einbaustellung für den Einbau in die elektrische Maschine (10) zueinander. Wenigstens einer der Polzähne (201, 208), die eine Nut (211) begrenzen, wird vor dem Befüllen der wenigstens einen Nut (211) mit der Wicklung (181) durch eine Krafteinwirkung (36) in eine Befüllstellung gebogen, so dass die Querschnittsfläche der wenigstens einen Nut (211), die er begrenzt, vergrößert wird. Dann wird die Wicklung (181) in die Nut (211) eingelegt. Anschließend wird der wenigstens eine der benachbarten Polzähne (201, 208) aus der Befüllstellung in die Einbaustellung gebracht. Dadurch ist ein höherer Kupferfüllfaktor und somit eine höhere Leistung der Maschine (10) erzielbar.

(Figur 2)



**Fig. 1**



**Fig. 2**

